BULLETIN du MUSÉUM NATIONAL d'HISTOIRE NATURELLE

PUBLICATION BIMESTRIELLE

sciences de la terre

21

N° 129 MARS-AVRIL 1973

BULLETIN
du
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

57, rue Cuvier, 75005 Paris

Le *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, revue bimestrielle, paraît depuis 1895 et publie des travaux originaux relatifs aux diverses branches de la Science.

Les tomes 1 à 34 (1895-1928), constituant la 1re série, et les tomes 35 à 42 (1929-1970), constituant la 2e série, étaient formés de fascicules regroupant des articles divers.

A partir de 1971, le *Bulletin* 3e série est divisé en six sections (Zoologie — Botanique — Sciences de la Terre — Sciences de l'Homme — Sciences physico-chimiques — Écologie générale) et les articles paraissent, en principe, par fascicules séparés.

S'adresser :

— pour les **échanges,** à la Bibliothèque centrale du Muséum national d'Histoire naturelle, 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 9062-62) ;

— pour les **abonnements** et les **achats au numéro,** à la Librairie du Muséum 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 17591-12 — Crédit Lyonnais, agence Y-425) ;

— pour tout ce qui concerne la **rédaction,** au Secrétariat du *Bulletin*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris.

Abonnements pour l'année 1973

ABONNEMENT GÉNÉRAL : France, 360 F ; Étranger, 396 F.
ZOOLOGIE : France, 250 F ; Étranger, 275 F.
SCIENCES DE LA TERRE : France, 60 F ; Étranger, 66 F.
ÉCOLOGIE GÉNÉRALE : France, 60 F ; Étranger, 66 F.
BOTANIQUE : France, 60 F ; Étranger, 66 F.
SCIENCES PHYSICO-CHIMIQUES : France, 15 F ; Étranger, 16 F.

International Standard Serial Number (ISSN) : 0027-4070.

BULLETIN DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
3e série, nº 129, mars-avril 1973, Sciences de la Terre 21

La limite Pliocène-Pléistocène dans le domaine européen nord-occidental d'après les faunes de Gastéropodes ; corrélation continentale d'après la répartition des Équidés

par Philippe Brébion et Jean Brunet *

Introduction

Le problème de la limite Pliocène — Quaternaire dans les dépôts marins du domaine nordique peut être abordé dans l'est de l'Angleterre et, sur le Continent, en Belgique et aux Pays-Bas C'est en Angleterre que les faunes sont les plus riches et les plus caractérisées ; c'est là, également, que la série stratigraphique est la plus complète. La principale difficulté — en ce qui concerne l'étude des Gastéropodes — résulte du caractère un peu ancien des travaux malacologiques (Harmer, F. W., 1914-1925). Il y a des erreurs de détermination, une multiplication un peu abusive des espèces et une nomenclature taxinomique à revoir. Ces insuffisances sont en partie compensées par des travaux plus modernes, mais qui ne concernent que partiellement cette région. C'est, malgré tout, à cette dernière que sera consacré l'essentiel de cette note.

Il n'est pas fréquent de trouver la possibilité d'établir des corrélations directes entre une succession de faunes marines aussi précise que celle du domaine nordique, et les éléments mammaliens continentaux correspondants.

Une précieuse occasion nous est offerte ici d'aborder un problème de cette sorte, à propos des Crags pliocènes et pléistocènes de la mer du Nord. Nos hypothèses de corrélation seront principalement étayées par l'étude des restes d'Équidés (*Hipparion* et *Equus* sensu lato) issus des Crags de l'East Anglia.

ANGLETERRE ORIENTALE : ÉTUDE DES GASTÉROPODES (Ph. B.)

Généralités

La limite stratigraphique est extrêmement controversée, particulièrement depuis l'attribution au Quaternaire du Calabrien. Un grand nombre d'hypothèses ont été propo-

* *Institut de Paléontologie, Muséum national d'Histoire naturelle, 8, rue de Buffon, 75005 Paris.*

sées. Dans une position extrême, le Red Crag est maintenu entièrement dans le Pliocène. A l'opposé, et cette opinion tend à prévaloir, toute cette série est placée dans le Quaternaire avec en outre l'horizon de Boyton qui représente la partie supérieure du Coralline Crag. Il y a, bien entendu, diverses solutions intermédiaires, car le Red Crag constitue un ensemble fort complexe que l'on a parfois tendance à oublier.

Une question de principe se pose pour le Villafranchien inférieur que l'on classe, selon les auteurs, au sommet du Pliocène ou à la base du Quaternaire. On peut utiliser pour cette période le terme commode de Plio-Pléistocène. Encore conviendrait-il de savoir si elle correspond à une réalité pour les faunes marines.

L'apparition des phénomènes glaciaires est sensée marquer le début du Quaternaire. Le récent sondage de la Royal Society à Ludham permet de placer une glaciation de faible amplitude approximativement entre le Red Crag et l'Icénien. Mais le Thurnien ainsi défini correspond au maximum de froid. La phase glaciaire commence plus tôt. Ainsi en Méditerranée, le Pléistocène débute avec le Précalabrien. Dans le bassin du Nord, nous sommes dans une tout autre province, les faits ne sont pas si simples, le refroidissement est beaucoup plus intense et se manifeste différemment. Il apparaît au cours du Miocène après une période de climat à peu près uniforme en Europe. Il est difficile de fixer autrement que par des critères arbitraires l'annonce d'une phase glaciaire d'après l'abaissement de la température et ses répercussions sur la faune.

Sur le continent, le Prétiglien représente une glaciation que l'on estime généralement plus ancienne et dont on n'a pas reconnu l'équivalent en Angleterre au sein du Red Crag. S'il en était bien ainsi, le problème de la limite se trouverait modifié.

Constitution d'une faune moderne

En principe, les faunes marines quaternaires sont voisines des faunes actuelles. Les principales différences avec ces dernières sont d'ordre climatique. Les espèces inconnues de nos jours, dans une région donnée, se retrouvent dans des mers plus chaudes ou plus froides. Les formes éteintes sont peu nombreuses.

Dans le Crag, la proportion des espèces vivantes est de l'ordre de 45 % du Gedgravien au Newbournien inclus, ce qui est très faible. Au Butleyen on constate une brusque augmentation, la proportion est alors des deux tiers. Dans le Crag de Norwich (Icénien inférieur), on obtient un résultat semblable.

Deux espèces sont particulièrement intéressantes à citer car on peut suivre dans leur évolution le passage des formes anciennes aux formes modernes. Celles-ci apparaissent au Butleyen, avec des représentants douteux ou intermédiaires dans le Newbournien. Il s'agit de : *Turritella tricarinata* (Br.) passant à la sous-espèce *communis* (Risso) et de *Nucella lapillus incrassata* (Sow.) passant à *N. l. vulgaris* (Wood).

Dans le sondage de Ludham, au-dessous du Thurnien, le Ludhamien a fourni quelques coquilles. Le niveau I — II renferme 35 espèces avec 54 % de formes actuelles. Le niveau III seulement 21, avec une proportion de 66 %. Dans la mesure où la pauvreté de la faune permet d'accorder une valeur à ces chiffres, il y aurait à la base du Ludhamien un niveau intermédiaire entre le Newbournien et le Butleyen. On y récolte déjà *Nucella lapillus vulgaris* (Wood).

Refroidissement

Le phénomène majeur de la transformation de la faune néogène est la diminution constante de la température qui permet d'établir des coupures nombreuses du fait de son étagement. Il n'y a pas de limite idéale entre le Pliocène et le Quaternaire. Le changement s'étend sur une durée considérable. Son apparition est difficile à saisir en Angleterre, car le Miocène y est mal connu (Boxstones, Lenham beds), mais sur le continent on note un premier refroidissement entre le Miocène moyen et supérieur. Cette modification climatique se manifeste dans la faune de deux façons différentes : l'émigration des formes chaudes ou leur extinction et l'immigration de formes froides. Il n'y a pas de correspondance exacte entre les deux phénomènes, et l'on observe dans les gisements la cohabitation, en proportions très variées, d'espèces de signification climatique différente. A la limite se trouvent réunies des formes arctiques et tropicales. De façon plus fréquente, on a l'impression d'un mélange de deux faunes, l'une méditerranéenne ne dépassant pas au nord le golfe de Gascogne, l'autre vivant sur les côtes occidentales de Norvège, qui s'ajouteraient à une faune de type celtique. On peut avancer l'idée que ces différentes composantes mélangées dans un même gisement provenaient de profondeurs variées, mais il ne semble pas que cette hypothèse puisse expliquer plus qu'une petite partie des faits observés. Il y a eu plutôt des adaptations variables au cours des temps. L'aspect si étrange de la faune du Crag ne rend pas aisée la recherche des climats qui se sont succédés. Au Gedgravien régnait, sans doute, un climat voisin de celui de la Méditerranée actuelle. Tandis qu'au Newbournien, les conditions étaient à peu près celles d'aujourd'hui dans la mer du Nord. Enfin, au Butleyen, et plus encore dans le Crag de Norwich, il faisait nettement plus froid ; on peut parler d'un climat boréal. Lors de la glaciation thurnienne, la baisse de la température est sans doute responsable de la faiblesse de la faune récoltée, trop pauvre pour être analysée avec précision.

Émigration et extinction

Dès le début du Crag, beaucoup de formes chaudes connues au Miocène nordique ont disparu. Mais celles qui subsistent sont encore nombreuses et se maintiennent très longtemps. Quelques genres disparaissent après le Gedgravien : *Phasianema*, *Opalia*, les sous-genres *Amaea* (*Clathroscala*) et *Asthenotoma* (*Drilliola*) ; quelques autres après l'horizon de Little Oakley : *Seila*, *Acirsa* (*Plesioacirsa*), *Cancellaria*, *Turris*, *Crenilabium*. Mais le grand départ n'a lieu qu'à la fin du Newbournien. Il en subsiste encore quelques-uns dans le Butleyen. On ne les rencontre plus dans l'Icénien, car ils ont disparu lors de la précédente glaciation. Dans le Ludhamien I — II, on ne retrouve aucune des formes chaudes du Newbournien, mais cette remarque n'a qu'une portée limitée en raison de l'insuffisance de la faune.

Les formes chaudes du Crag étaient soumises à des conditions climatiques variées si l'on se fie à leur répartition actuelle. En dehors du Gedgravien, dont l'attribution au Pliocène n'est pas discutable, on peut citer environ 25 genres dont plus de la moitié sont

aujourd'hui vivants en Méditerranée, mais peuvent remonter dans la province franco-ibérique sans atteindre toutefois l'extrémité nordique de celle-ci. Citons les familles des Vermetidae, Cassididae, Mitridae, les genres *Natica*, *Seila*, *Pyramidella*, etc. D'autres formes, un peu moins nombreuses, sont représentées seulement en Afrique occidentale et parfois même seulement dans des mers beaucoup plus éloignées : familles des Ficidae (Pirules), Terebridae, genres *Desmoulea*, *Scaphella*, etc. Dans les deux catégories, on peut citer encore des représentants variés des Scalidae, Cancellariidae et Turridae. La grande majorité de ces espèces chaudes se sont éteintes et je me suis borné à la citation des genres, à vrai dire fort caractéristiques. Dans le Butleyen, la faune chaude n'est plus représentée que par les genres suivants : *Littorinopsis*, *Natica* s. str., *Galeodea*, *Narrona*, *Scaphella*, *Gemmula*, *Clavus*. Toutes les espèces qui s'y rattachent ont disparu. Seuls les genres *Natica* et *Galeodea* se retrouvent en Méditerranée et partiellement dans la province franco-ibérique. *Clavus* est représenté par un sous-genre devenu étranger à nos régions (*Elaeocyma*), mais une autre section (*Crassopleura*) est connue au Portugal. Aucune de ces formes ne réapparaît dans le Crag de Norwich.

Immigration

A l'encontre de l'émigration, l'immigration se déroule de façon régulièrement croissante depuis le début du Pliocène et même avant, comme on peut l'observer sur le continent. Elle consiste dans la venue d'espèces d'eau plus froide d'origine nordique. Le point de départ n'est pas toujours connu. On peut indiquer l'Atlantique nord et plus fréquemment le Pacifique par l'intermédiaire du détroit de Béring. Il y a beaucoup de genres et de sous-genres nouveaux pour la région. Cependant un petit nombre était déjà connu à l'Oligocène, mais ne lui avait pas survécu : *Searlesia*, *Neptunea*.

La signification climatique de ces formes nouvelles est variable. Beaucoup d'espèces sont éteintes. Celles qui survivent se rencontrent dans des mers très diverses : arctique, boréale, celtique. Certaines peuplent également des eaux plus méridionales, mais généralement à une profondeur plus grande : *Puncturella*, *Pilidium*, *Buccinum*, *Neptunea*, *Sipho*, *Nucella* s. str., *Metzgeria*. Quelques-unes, à titre exceptionnel, sont même uniquement cantonnées dans ces régions, comme *Neptunea contraria sinistrorsa* (Desh.) sur les côtes du Portugal.

L'apparition des formes nordiques est anarchique. Il ne semble pas, dans la plupart des cas, qu'elles soient de plus en plus froides à mesure que l'on s'élève dans la série, mais leur quantité augmente constamment.

La proportion de ces éléments dans les différentes faunes du Crag est difficile à donner, car on ignore l'origine d'un nombre important d'espèces aujourd'hui disparues et appartenant à des genres banals. D'autre part, on réunit dans un même ensemble des espèces différentes au point de vue climatique, sans doute jamais de mers chaudes mais souvent de mers tempérées.

On peut distinguer quatre étapes principales dans l'apparition de cette faune nouvelle : le Gedgravien, le Boytonien et le Waltonien inférieur, l'horizon de Little Oakley et le Newbournien, enfin le Butleyen et le Crag de Norwich. Dans ces divers niveaux, la proportion des éléments nordiques est successivement de : 9 %, 15 %, 25 % et 45 %.

Au Gedgravien, l'apport nordique est notable, mais rares sont encore les espèces vivant

actuellement en eaux très froides. Citons, parmi les Buccinidae : *Searlesia*, *Atractodon* et *Sipho*, ce dernier genre déjà connu dans le Miocène moyen (Langenfelde). Dans d'autres familles : *Pilidium*, *Puncturella*, *Margarites* s. str., celui-ci récolté dès le Deurnien, *Trichotropsis*, *Laiocochlis*, *Velutina*, *Admete*, le sous-genre *Calliostoma* (*Eucasta*).

Au Boytonien et au Waltonien inférieur apparaissent : *Nucella* s. str., chez les Buccinidae : *Buccinum* et *Neptunea* représenté essentiellement par des formes senestres, le Pleurotome *Oenopota*, les sous-genres *Boreotrophon* et *Boreoscala*.

Dans l'horizon de Little Oakley et au Newbournien, les Buccinidae atteignent leur apogée avec la venue de genres nouveaux : *Anomalosipho*, *Volutopsius*, *Jumala*, *Plicifusus* (?). Les *Neptunea* dextres deviennent plus nombreux. Citons encore : *Bulbus* (*Amauropsis*), le sous-genre *Menestho* (*Amaura*) et de façon douteuse : *Urosalpinx*, *Astyris*, *Troschelia*, *Metzgeria*.

Au Butleyen et dans le Crag de Norwich il y a de nouveaux apports mais seulement au niveau des espèces. Notons la prépondérance des *Neptunea* dextres.

Discussion

La limite Pliocène-Pléistocène a été placée à peu près à tous les niveaux du Crag. Nous allons donc examiner toutes les possibilités.

— **Après le Gedgravien.** Quelques espèces chaudes ont disparu, les éléments nordiques prennent plus d'importance tout en demeurant secondaires. Le climat est encore assez chaud. La faune dans son ensemble ne paraît pas plus récente que la précédente. On peut faire débuter par principe le Quaternaire au premier refroidissement constaté dans le Pliocène, mais celui-ci est assez faible. Il n'y a qu'une étape dans un processus engagé depuis longtemps et il peut paraître excessif de lui accorder une importance décisive. Enfin, restreindre le Pliocène au seul Gedgravien reviendrait pratiquement à faire disparaître cette période, réduite alors à un étage de transition entre le Miocène et le Quaternaire.

— **A la limite du Coralline Crag et du Red Crag.** Harmer avait déjà remarqué les affinités du Boytonien et du Waltonien inférieur mais n'avait pas tiré les conclusions logiques de ses observations. De fait, la faune de Boyton présente à peu près les caractères de celle de Walton, notamment la présence de tous les genres nouveaux apparus à ce niveau.

— **Au milieu du Waltonien.** Harmer avait également noté l'importance de cette coupure mais avait maintenu l'étage. De nombreuses formes nordiques, notamment des Buccinidae, font leur apparition, mais les formes chaudes se maintiennent et la faune est toujours aussi archaïque. Le climat était à peu près celui d'aujourd'hui.

— **Après l'horizon de Little Oakley.** Il n'y a que de faibles différences entre ce dernier et le Newbournien dont la faune est un peu plus pauvre mais de caractère semblable. Il y a quelques disparitions parmi les formes chaudes. Notons en revanche l'apparition chez *Nucella lapillus incrassata* (Sow.) de coquilles qui annoncent l'espèce actuelle sans toutefois se confondre avec elle. *Neptunea antiqua* (L.) se montre pour la première fois mais reste très rare. Le Newbournien paraît donc un peu plus récent que Little Oakley.

— **Après le Newbournien.** On observe des changements très importants. La faune butleyenne acquiert un aspect beaucoup plus récent. On passe de 45 % d'espèces vivantes à 66 %. La majorité des espèces chaudes a disparu, tandis que de nouvelles formes venues du Nord accroissent le caractère septentrional (au moins 45 %). Le climat, tout en demeurant tempéré, s'est beaucoup refroidi. Parmi les éléments actuels de la faune, on compte un tiers d'espèces exclusivement arctiques ou boréales.

La base du Ludhamien (L.M. I a-b, II) semble combler l'intervalle important qui sépare le Newbournien du Butleyen, mais elle est trop pauvre pour être datée avec certitude. Elle est certainement plus récente que le Newbournien car on rencontre déjà *Nucella lapillus vulgaris* (Wood). On a également récolté *Potamides tricinctus* (Br.) var. *icenicus* Harmer. Cette variété en Angleterre caractérise l'Icénien où elle cohabite du reste avec la forme typique. Peut-être n'a-t-elle qu'un intérêt morphologique en liaison avec les conditions de milieu. En tout cas, il est bien difficile d'attribuer un âge icénien au Ludhamien inférieur.

— **Après le Butleyen.** Il y a peu de changement. L'Icénien rappelle beaucoup l'étage précédent. La faune est plus pauvre, le faciès particulier, un peu saumâtre. Mais il y a tout de même des différences plus importantes. *Neptunea antiqua* (L.), rare jusqu'ici, devient une forme caractéristique. *Neptunea contraria* (L.), la plus chaude des espèces du groupe et la première apparue dans le Crag, a presque complètement disparu. Enfin les formes méridionales du Butleyen ne se retrouvent plus. Seule *Scaphella* a été citée, mais de façon douteuse.

ANGLETERRE ORIENTALE : ÉQUIDÉS FOSSILES (J. B.)

Généralités et méthodes d'interprétation

Il est délicat d'interpréter les restes des Mammifères provenant des Crags, qu'ils soient collectés en surface (quelquefois sur un rivage battu par la mer) ou à l'intérieur même des dépôts. Ces ossements peuvent en effet correspondre à des conditions variées de dépôt, qu'on peut grouper sous cinq rubriques différentes :

1. Mammifères terrestres très anciens, rares, dont les restes ont subi un remaniement important et sont issus des terrains éocènes (et partiellement oligocènes) qui sont bien connus et sous-jacents aux Crags. (Exemple : crâne d'*Hyracotherium* éocène.)
2. Mammifères terrestres, également remaniés, mais dont on ignore les origines stratigraphique et géographique, car les couches habituellement correspondantes à ces genres ne sont pas connues aux alentours : *Hipparion*, *Tapirus*, rusciniens ou peut-être villafranchiens inférieurs ; ces restes sont généralement des dents, polies à un point tel qu'elles ressemblent parfois à des dragées.
3. Mammifères terrestres approximativement contemporains du dépôt des couches qui les renferment. (Exemple : *Equus* du Crag butleyen.)
4. Mammifères terrestres plus récents que le dépôt et dont les restes se trouvent à

la surface du Crag local. (Exemple : dent d'*Equus caballus*, spécimen n° 6 842 du Musée du Service Géologique du Royaume-Uni.)

5. Mammifères marins, assez fréquents, qui peuvent être considérés comme contemporains du dépôt dont ils sont issus. (Exemple : Cétacés, dont l'étude, fort difficile, a été trop peu souvent abordée.)

Les Équidés appartiennent aux catégories 2, 3 ou 4. L'état des fossiles (et particulièrement le degré de remaniement) est l'élément dont on dispose pour tirer des conclusions en présence d'un spécimen déterminé ; malheureusement, des erreurs sont possibles.

Comme il a été souligné à propos de l'étude des Gastéropodes, les Red Crags ne constituent pas un dépôt unique, mais une série de dépôts successifs. C'est ôter toute précision et toute possibilité d'analyse à la partie stratigraphique d'une étude paléontologique, que de retenir seulement l'indication de « Red Crag » pour les spécimens examinés ; il faut distinguer — dans l'ordre stratigraphique habituel :

— Crag butleyen ;
— Crag newbournien ;
— Crag de Little Oakley ;
— Crag de Walton.

En ce qui concerne les Équidés fossiles (et la plupart des autres Mammifères terrestres), les deux termes supérieurs présentent le plus d'intérêt, les deux autres n'ayant rien fourni d'origine précise. Les noms des localités les plus fréquemment citées ont été reportés dans la colonne centrale du tableau 1. Sont à remarquer particulièrement : Felixstowe, Woodbridge (Crag newbournien) et Bawdsey (Crag butleyen).

Dans la mesure où une corrélation sera établie entre l'existence d'un mammifère continental et un niveau côtier donné, nous devons nous laisser guider, pour estimer l'âge relatif du dépôt (par rapport aux « étages » continentaux), par le caractère significatif de la première apparition d'un immigrant. En conséquence, en interprétant les trouvailles de restes d'Équidés (*Hipparion* et *Equus* sensu lato) dans les Crags, nous cherchons principalement à déterminer l'époque où apparaît le Cheval, car ce moment est certainement voisin de celui où, pour la première fois dans l'ordre chronologique, on connaît un Cheval fossile en France (à Roccaneyra, Puy-de-Dôme — cf. V. Eisenmann et J. Brunet, *à paraître*) et en Italie (à Montópoli, près de Florence — cf. Azzaroli, 1966), c'est-à-dire au début du Villafranchien moyen, pendant la seconde des six zones villafranchiennes retenues par le Ve Congrès du Néogène Méditerranéen, Lyon, 1971.

Résultats

Une prémolaire supérieure d'*Equus* sensu lato (Musée du Service Géologique du Royaume-Uni : n° 21 713), signalée par Hopwood (1937 : 901), porte l'indication d'origine « Woodbridge ». On pourrait la croire newbournienne ; mais — peut-être à cause de son aspect peu roulé — Hopwood écrit qu' « il est clair que (cette dent) provient du Crag butleyen ». Le Crag butleyen existe à l'est de Woodbridge ; en conséquence, nous acceptons l'opinion de Hopwood et ne retenons pas ce spécimen comme une preuve de l'arrivée du

Cheval dès l'époque du Crag newbournien (sans nier cette éventualité, à cause de la fragilité de l'argumentation).

Un cas semblable se présente à propos du Crag de Felixstowe : il est conservé dans les collections du British Museum (Natural History) le moulage (nº M 19 022) d'une dent provenant de Felixstowe (Musée de la ville d'York, référence 4.15.5.75 — cf. Hopwood : 901, pl. II, fig. 12). Cette dent ressemble au spécimen du British Museum, nº M 2 704, recueilli dans le Crag butleyen de Bawdsey, à quelques kilomètres de Felixstowe : elle aussi, par sa grande taille, ressemble à d'autres spécimens du Crag butleyen, du Norwich Crag, etc. Dans les registres anciens, on peut craindre que la localité reportée soit plus en rapport avec le domicile du donateur qu'avec la véritable provenance des fossiles. Aussi, nous n'affirmons pas que les Chevaux sont présents dans le Crag newbournien. Au contraire, leur présence est certaine, plus tard, dans le Crag butleyen de Bawdsey (spécimen nº M 2 704 et autres), équivalent côtier de la fin du Ludhamien.

L'immigration des Chevaux, dans cette partie du monde, pendant le Ludhamien — ou immédiatement avant — suppose l'existence, à cette époque, d'un isthme reliant l'Angleterre au Continent. Il faut donc admettre que l'immigration des formes marines « froides » de l'Atlantique (et du Pacifique) s'est effectuée par le nord des Iles Britanniques et non par la Manche (remarque de Ph. B.).

Comme nous l'avons laissé entendre plus haut, la présence des Hipparions — éventuels survivants d'un autre âge — est moins intéressante, en ce qui concerne la biostratigraphie, que l'immigration des Chevaux. Précisons cependant que les spécimens du Crag newbournien (Felixstowe, Woodbridge) ne nous semblent pas contemporains du dépôt de ce Crag, mais franchement plus anciens. Par leur aspect remanié, et le peu qu'on connaît de leurs caractères anatomiques, ils paraissent d'un âge ruscinien (cf. V. Eisenmann et J. Brunet, *à paraître*).

BELGIQUE ET PAYS-BAS

La série est moins complète, la faune est plus pauvre. Certains niveaux sont très peu fossilifères. Il y a des différences avec l'Angleterre. Les éléments nordiques sont généralement moins abondants. Les coupures stratigraphiques n'ont pas exactement la même importance. En revanche, les études malacologiques ont l'avantage d'être plus récentes (M. Glibert, C. O. Van Regteren Altena, etc.).

Belgique

Les sables du Kattendijk sont synchronisés avec le Gedgravien, et l'horizon du Luchtbal avec le Boytonien. Cependant, ce dernier ne pouvant être séparé du Waltonien inférieur, il faut reconsidérer le problème. Le niveau contesté est très voisin du précédent. On peut sans doute les réunir tous les deux dans le Kattendijkien. Par rapport à l'Angleterre, on constate une proportion un peu plus faible des formes actuelles sans que l'on puisse douter de leur contemporanéité. Parmi les survivances méridionales propres à ce Pliocène

inférieur, citons : *Phasianema, Opalia*, le sous-genre *Amaea* (*Clathroscala*), et en outre *Xenophora* inconnu dans le Crag anglais. Les formes nordiques déjà nombreuses sont : *Margarites* s. str., le sous-genre *Calliostoma* (*Eucasta*), *Pilidium, Laiocochlis, Trichotropis, Velutina, Sipho*. Au sommet du Luchtbal, M. Glibert cite, de façon douteuse, la présence de *Nucella tetragona* (Sow.). En Angleterre, le genre est encore inconnu au Gedgravien. Peut-être existe-t-il en Belgique des couches un peu plus récentes.

Les sables de Kallo, Scaldisien-type, sont mis en parallèle avec le Waltonien inférieur. La faune ne paraît guère plus récente qu'au niveau précédent. Quelques formes chaudes ont disparu. Les apports nordiques sont surtout représentés par les Buccinidae : *Buccinum* et *Neptunea*. Le genre *Nucella* s. str. prend de l'importance.

L'horizon d'émersion d'Austruweel au sommet du Scaldisien se rapproche de celui de Little Oakley qui est toutefois d'un faciès plus profond. La proportion des formes vivantes y est semblable, donc plus élevée qu'au Scaldisien-type. Il existe, à ce point de vue, une coupure importante dans la série belge. Mais on ne note aucun apport nordique nouveau en dehors d'*Admete* connu déjà dans le Coralline Crag. On compte encore une quinzaine de genres de mers chaudes, tous présents en Angleterre à la même époque.

La position du Merxémien par rapport à l'Angleterre n'est pas aussi facile à définir car sa faune est très pauvre. Il n'y a guère de différence avec celle de Little Oakley, si ce n'est la présence de *Neptunea antiqua* inconnue avant le Newbournien où elle est d'ailleurs très rare. L'espèce aurait été récoltée dès la base du Merxémien. Il ne semble pas que cet étage puisse s'élever jusqu'au niveau du Butleyen car on rencontre encore : *Terebra, Petaloconchus* (celui-ci au sommet de l'étage, mais peut-être remanié), *Turritella tricarinata* (Br.) s. str., *Nucella lapillus incrassata* (Sow.) à l'exclusion de la forme typique. Enfin, la majorité de la faune est constituée d'espèces fossiles. Notons un accroissement du caractère nordique par rapport au Scaldisien, mais du même ordre qu'au Newbournien. Citons la venue de *Volutopsius* et de deux espèces de *Neptunea* dextres. Parmi ces trois formes, seule *Neptunea antiqua* (L.) est inconnue en Angleterre avant le Newbournien.

N'ayant pas une connaissance personnelle du matériel mammalien provenant d'Anvers et du Bas-Escaut, nous n'émettrons pas d'hypothèses en rapport avec ce sujet.

Pays-Bas

Il y a beaucoup de ressemblances avec la Belgique. La faune des premiers niveaux, Jong Diestien et Scaldisien-type, paraît également plus ancienne. Il y a d'importantes modifications avec l'Oud Plistoceen. La faune est à la fois plus récente et plus nordique. Signalons à ce sujet la présence du genre *Capulacmaea* inconnu ailleurs. D'importantes formes méridionales subsistent encore. Les corrélations avec les autres dépôts nordiques sont discutées. Harmer comparait le Poederlien avec l'horizon de Little Oakley et l'Amstélien avec le Newbournien et le Butleyen. Mais ces deux étages sont très différents et il faudrait choisir. Il y a de fortes affinités entre le Poederlien et l'Amstélien et il est plus logique de mettre ce dernier au niveau du Newbournien. La faune n'est d'ailleurs ni très moderne, ni très marquée par les influences septentrionales. L'Icénien en général semble plus ancien que celui d'Angleterre et même que le Butleyen. Il ne paraît souvent pas plus récent que la base du Ludhamien. La présence de *Nucella lapillus vulgaris* (Wood) dans l'Oud Plistoceen pose un problème.

Il faut attendre le Prétiglien et le Tiglien pour rencontrer des faunes récentes et nordiques (d'après l'étude de I. M. V. DER VLERK et F. FLORSCHÜTZ). Il est impossible de les situer avant le Butleyen comme on le fait parfois pour le Prétiglien qui correspondrait alors à une phase glaciaire antéthurnienne. On ne connaît pas de telle phase en Angleterre et la faune est beaucoup trop moderne pour trouver sa place à ce niveau. Le Prétiglien est certainement contemporain du Thurnien. La faune est riche de 29 espèces avec 72,5 % d'espèces vivantes. Il n'y a plus d'espèces chaudes et les formes d'origine nordique constituent près de 60 % de l'ensemble. Le Tiglien, que l'on parallélise avec le Crag de Norwich se distingue peu du Prétiglien ; la faune est un peu plus riche (37 espèces), la proportion des formes nordiques légèrement inférieure. On rencontre *Neptunea contraria* (L.), forme relativement chaude, inconnue au niveau précédent. Ces deux faunes, voisines de l'Icénien, témoignent d'un climat de type boréal. Entre les faunes glaciaires et interglaciaires on ne saisit que des nuances. Il n'y a pas eu sans doute de refroidissement considérable. En résumé, on constate en Hollande deux coupures majeures, l'une entre le Scaldisien-type et l'Oud Plistoceen, l'autre entre ce dernier (à l'exception peut-être des couches supérieures) et le Prétiglien.

Le Prétiglien et le Tiglien ont fourni des restes de Chevaux « sténoniens » ; il nous semble donc convenable de les considérer post-villafranchiens inférieurs.

La corrélation Thurnien-Prétiglien-Villafranchien moyen correspond, dans sa deuxième partie, à une hypothèse qu'on trouve, par exemple, dans la table 1 d'un récent article de H. TOBIEN (1970 : 79). Le même auteur est affirmatif en ce qui concerne l'attribution du Tiglien, au Villafranchien supérieur (*loc. cit.*).

A propos de ce dernier point, une difficulté pourrait surgir, si l'on tient compte du caractère archaïque d'un élément signalé dans le Tiglien (*Tapirus arvernensis*). En remarquant qu'il s'agit d'une trouvaille faite à Maalbeek et que ce gisement est situé entre la faille de Tegelen et celle de Sevenum, on voit poindre la possibilité de l'attribution stratigraphique erronée de quelques fossiles, à cause de la complexité naturelle du site.

CONCLUSIONS

La coupure majeure dans la série Plio-Pléistocène de l'East Anglia se situe entre le Newbournien et le Butleyen, nettement avant le Thurnien, c'est-à-dire avant la première phase glaciaire, puisque le Prétiglien ne saurait en aucune façon être plus ancien. Le Butleyen pourrait être l'équivalent du Précalabrien en Méditerranée. A ce niveau, la faune se modifie considérablement. Pour la première fois elle acquiert un aspect moderne malgré la persistance d'une forte minorité de formes fossiles. Les espèces chaudes, qui avaient survécu nombreuses dans le reste du Crag, ont maintenant en majorité disparu tandis que les espèces nordiques deviennent prépondérantes. Le sondage de Ludham complique un peu le problème en nous montrant au niveau L.M. I — II des couches encore mal connues qui pourraient être intermédiaires. Il ne nous est pas possible de les situer exactement par rapport à la limite envisagée.

En Belgique toute la série se trouve en deçà de cette limite. Aux Pays-Bas, il en est de même jusqu'à l'Amstélien. L'« Icénien », tel qu'il est défini localement, doit se placer en

partie au niveau de la limite, en partie au-dessus. Le Prétiglien est récent et peut se comparer au Thurnien. On pourrait peut-être trouver l'équivalent du Butleyen dans certaines couches « icéniennes ».

Tableau I. — Corrélation des dépôts pliocènes et quaternaires anciens de l'Europe nord-occidentale.

DIVISIONS STRATIGRAPHIQUES	LA MANCHE	CÔTES DE L'EAST ANGLIA: ETAGES OU NIVEAUX	CÔTES DE L'EAST ANGLIA: FACIES PARTICULIERS	CÔTES DE L'EAST ANGLIA: LOCALITES AYANT FOURNI DES MAMMIFERES FOSSILES	BELGIQUE	HOLLANDE, CÔTE OCCIDENTALE DE L'ALLEMAGNE	ÉQUIVALENCES CONTINENTALES	ESTIMATION DES ÂGES ABSOLUS
DEBUT DU PLEISTOCÈNE MOYEN		CROMÉRIEN	FOREST BED SERIES (CONTINENTALES)	UPPER FRESH WATER BED AT WEST RUNTON; CROMER; MUNDESLEY				1 MA ?
PLEISTOCENE INFÉRIEUR		BEESTONIEN	FOREST BED SERIES (CONTINENTALES)	EAST RUNTON; BACTON, WOOD HILL, TRIMINGHAM, OSTEND, OVERSTRAND, PAKEFIELD, HAPPISBURGH, ETC.	? ARGILES DE LA CAMPINE ?	MENAPIEN (TAXANDRIEN)	VILLAFRANCHIEN SUPÉRIEUR	
		PASTONIEN	FOREST BED SERIES (CONTINENTALES)			WAALIEN (TAXANDRIEN)		
		ICÉNIEN: BAVENTIEN	WEYBOURNE CRAG	KESSINGLAND, EAST RUNTON, BROOME, MUNDESLEY		EBURONIEN (TAXANDRIEN)		
		ICÉNIEN: ANTIEN	NORWICH CRAG	THORPE, HORSTEAD, BEECLES, BRAMERTON, SIDEWELL GAP, ALDEBY, SOUTHWOLD, COVEHITHE, EASTON BAVENT, DUNWICH BEACH ?		TIGLIEN		2 MA ?
		THURNIEN				PRETIGLIEN	VILLAFRANCHIEN MOYEN	
	SAINT-SAUVEUR ET SAINT-NICOLAS DE PIERREPONT	LUDHAMIEN III	CRAG BUTLEYEN (RED CRAGS)	BAWDSEY		?		
		LUDHAMIEN I + II	(RED CRAGS)			"ICÉNIEN" (OUD PLISTOCEEN) ?		2,5–3 MA
PLIO-PLEISTOCENE		NEWBOURNIEN	CRAG NEWBOURNIEN (RED CRAGS)	WOODBRIDGE, FELIXSTOWE, SUTTON, FALKENHAM, TRIMLEY SAINT-MARY, FOXHALL	MERXEMIEN	AMSTELIEN (OUD PLISTOCEEN)	VILLAFRANCHIEN INFÉRIEUR	
	BLAINVILLE-SUR-MER	LITTLE OAKLEY	CRAG DE LITTLE OAKLEY ET DE WALTON (RED CRAGS)		AUSTRUWELL	POEDERLIEN (OUD PLISTOCEEN)		4 MA ?
PLIOCENE	SAINT-ERTH	WALTONIEN INFERIEUR ET "BOYTONIEN"	CORALLINE CRAG	WALTON-ON-THE-NAZE, BOYTON	KALLO	SCALDISIEN SENSU STRICTO	RUSCINIEN	
		CEDGRAVIEN SENSU STRICTO	CORALLINE CRAG		LUTCHBALL KATTENDIJK	JONG DIESTIEN		6,5 MA ?
FIN DU MIOCÈNE	REDONIEN	LENHAM BEDS ?			DEURNIEN	BELFELD ET OPLOO	TUROLIEN	

Il semble naturel, d'un point de vue malacologique, de placer à ce niveau le passage du Pliocène au Quaternaire. Dans cette solution, le Villafranchien inférieur est maintenu dans le Pliocène.

Une autre limite importante correspond aux Pays-Bas à l'apparition de l'Oud Plistoceen, à peu près contemporain de l'horizon d'Austruweel en Belgique et du niveau de Little Oakley en Angleterre. C'est là que l'on pourrait situer la base du Plio-Pléistocène dont la faune est encore nettement pliocène. On trouve l'équivalent de cette période en Atlantique dans le Moghrébien et le Fouaratien marocains ainsi que le Pliocène portugais dont l'âge antéquaternaire de la faune de Mollusques est indiscutable. Il en est de même du Hâvre-de-Blainville-sur-Mer dans le Cotentin.

A défaut d'une étude complète de la trilogie *Elephas-Bos-Equus*, on peut considérer que l'immigration des Chevaux marque, sinon avec certitude le début du Pléistocène,

du moins une étape importante de l'histoire des terres émergées. Les Chevaux manquent dans le Villafranchien inférieur (ils sont absents à Vialette et à Perrier-Etouaires — cf. HEINTZ, GUÉRIN, MARTIN et PRAT, *sous presse*) et apparaissent à Roccaneyra et à Montópoli (Villafranchien moyen). En conséquence, nous attribuons le Crag butleyen de Bawdsey au Villafranchien moyen.

Dans le tableau I, la limite inférieure du Pléistocène a été placée entre le Newbournien et le Ludhamien I + II, à cause des exigences de la représentation graphique, mais la précarité des données relatives au Ludhamien I + II — aussi bien qu'à l' « Icénien » néerlandais — ne permet pas de justifier pleinement une telle précision. En considérant l'évolution des faunes (Gastéropodes et Équidés), nous estimons, d'une manière générale, que **le début du Pléistocène marin, ainsi que le début du Villafranchien moyen, se situe entre le Crag newbournien et le Crag butleyen** (limite *intra*-Red Crag).

Au tableau I, a été annexée une colonne contenant des estimations d'âges absolus (pour les références, cf. TOBIEN, 1970).

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

AZZAROLI, A., 1966. — Pleistocene and living horses of the Old World. *Palaeontogr. ital.*, Pise, **61** (= n. ser. **31**) : 1-15, pl. 1-45.

BENNISSON, G. M., et A. E. WRIGHT, 1967. — The geological History of the British isles, 406 p.

BRÉBION, Ph., 1972. — Paléobiogéographie des Gastéropodes du Pliocène atlanto-méditerranéen. *Bull. Mus. Hist. nat., Paris*, 3e sér., nº 50, Sciences de la Terre 8 : 17-34.

EISENMANN, V., et J. BRUNET, 1972. — Présence simultanée de Cheval et d'Hipparion dans le Villafranchien moyen de France, à Roccaneyra (Puy-de-Dôme) ; étude critique de cas semblables (Europe, Afrique, Proche-Orient) (*à paraître*).

GLIBERT, M., 1957-1960. — Gastropodes du Diestien, du Scaldisien et du Merxémien de la Belgique. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, **33** (36), **34** (15), **35** (10), **36** (33), 134 p., 5 pl.

— 1958. — Tableau stratigraphique des Mollusques du Néogène de la Belgique. *Loc. cit.*, **34** (32), 20 p.

— 1960-1963. — Les Gastropodes fossiles du Cénozoïque étranger. *Mém. Inst. r. Sci. nat. Belg.* (61, 64, 68, 69, 70, 73, 74).

GLIBERT, M., et J. DE HEINZELIN, 1957. — La limite Plio-Pléistocène dans le bassin de la mer du Nord. *Geol. en Mijnb.* (n. ser.), 19e Jaarg. : 267-271.

HARMER, F. W., 1914-1925. — The Pliocene Mollusca of Great Britain. *Pal. Soc.* (66, 67, 70-73, 75, 96), 900 p., 65 pl.

HEINTZ, E., C. GUÉRIN, P. MARTIN et F. PRAT. — Principaux gisements villafranchiens de France ; listes fauniques et biostratigraphie. Ve Congrès du Néogène Méditerranéen, Lyon, 1971 (*sous presse*).

HOPWOOD, A. T., 1937. — The former distribution of caballine and zebrine horses in Europe and Asia. *Proc. zool. Soc. Lond.*, 1936, part. IV, (51) : 897-912, 2 pl., 2 fig. ; publ. 20.1.1937.

NORTON, P. E. P., 1967. — Marine molluscan assemblages in the early Pleistocene of Sidestrand, Bramerton and the Royal Society borehole at Ludham, Norfolk. *Phil. Trans. R. Soc.*, London, **253** (784) : 161-200, 1 fig., 8 tabl.

TOBIEN, H., 1970. — Biostratigraphy of the mammalian faunas at the Pliocene-Pleistocene boundary in Middle and Western Europe. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, **8** : 77-93, tabl. 1.

Van Regteren Altena, C. O., *et al.*, 1954-1964. — De fossile schelpen van de Nederlandse stranden en Zeegaten. *Basteria*, (18, 19, 20, 21, 25, 28), 18 pl.

Van der Vlerk, I. M., et F. Florschütz, 1953. — Verhandelingen der koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. 1 Reeks, **20** (2).

West, R. G., 1967. — The Quaternary of the British Isles in the Quaternary K. Rankama, (2), New-York.

— 1968. — Pleistocene Geology and Biology — London, Longmans, 377 p., 133 fig., 16 pl.

Wyatt Durham, J., et F. Stearns Macneil, 1967. — Cenozoic migrations of marine Invertebrates through the Bering Strait Region. The Bering Land Budge — 18, Stanford, Californie : 709-739, 4 tabl.

Manuscrit déposé le 27 novembre 1972.

Bull. Mus. Hist. nat., Paris, 3e sér., n° 129, mars-avril 1973,
Sciences de la Terre 21 : 1-13.

Achevé d'imprimer le 30 novembre 1973.

IMPRIMERIE NATIONALE

3 564 002 5

Recommandations aux auteurs

Les articles à publier doivent être adressés directement au Secrétariat du *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris. Ils seront accompagnés d'un résumé en une ou plusieurs langues. L'adresse du Laboratoire dans lequel le travail a été effectué figurera sur la première page, en note infrapaginale.

Le *texte* doit être dactylographié à double interligne, avec une marge suffisante, recto seulement. Pas de mots en majuscules, pas de soulignages (à l'exception des noms de genres et d'espèces soulignés d'un trait).

Il convient de numéroter les *tableaux* et de leur donner un titre ; les tableaux compliqués devront être préparés de façon à pouvoir être clichés comme une figure.

Les *références bibliographiques* apparaîtront selon les modèles suivants :

Bauchot, M.-L., J. Daget, J.-C. Hureau et Th. Monod, 1970. — Le problème des « auteurs secondaires » en taxionomie. *Bull. Mus. Hist. nat., Paris*, 2e sér., **42** (2) : 301-304.

Tinbergen, N., 1952. — The study of instinct. Oxford, Clarendon Press, 228 p.

Les *dessins* et *cartes* doivent être faits sur bristol blanc ou calque, à l'encre de chine. Envoyer les originaux. Les *photographies* seront le plus nettes possible, sur papier brillant, et normalement contrastées. L'emplacement des figures sera indiqué dans la marge et les légendes seront regroupées à la fin du texte, sur un feuillet séparé.

Un auteur ne pourra publier plus de 100 pages imprimées par an dans le *Bulletin*, en une ou plusieurs fois.

Une seule épreuve sera envoyée à l'auteur qui devra la retourner dans les quatre jours au Secrétariat, avec son manuscrit. Les « corrections d'auteurs » (modifications ou additions de texte) trop nombreuses, et non justifiées par une information de dernière heure, pourront être facturées aux auteurs.

Ceux-ci recevront gratuitement 50 exemplaires imprimés de leur travail. Ils pourront obtenir à leur frais des fascicules supplémentaires en s'adressant à la Bibliothèque centrale du Muséum : 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris.